

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-354130

(P2004-354130A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004. 12. 16)

(51) Int. Cl. ⁷

GO 1 N 21/27

GO 1 N 21/41

F I

GO 1 N 21/27

GO 1 N 21/41

C

テーマコード(参考)

2 G 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-150289 (P2003-150289)

(22) 出願日 平成15年5月28日(2003. 5. 28)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100105289

弁理士 長尾 達也

(72) 発明者 水谷 夏彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

(72) 発明者 黒田 亮

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2G059 BB01 BB04 CC16 EE01 EE02

EE07 FF01 GG01 GG02 JJ02

JJ11 JJ19 JJ30 KK04

(54) 【発明の名称】 センサヘッド、及びセンサヘッドの製造方法、センサ装置

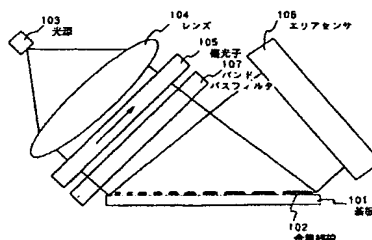
(57) 【要約】

【課題】誘電率の変化に対して感度が高く、波長スペクトルを取得するための分光器あるいは回折格子などの部品を必要とせず、部品点数の少ないセンサヘッド、及びセンサヘッドの製造方法、センサ装置を提供する。

【解決手段】照射した照明光による局在プラズモンの共鳴吸収スペクトルの変化から誘電率の変化を検出する際に用いる、誘電率センサヘッドとして構成されているセンサヘッドであって、前記センサヘッドを、基板101と該基板上に一定方向に規則的に配列された金属細線102とで構成する。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

照射した照明光による局在プラズモンの共鳴吸収スペクトルの変化から誘電率の変化を検出する際に用いる、誘電率センサヘッドとして構成されているセンサヘッドであって、前記センサヘッドが、基板と、該基板上に一定方向に規則的に配列された金属細線とで構成されていることを特徴するセンサヘッド。

【請求項2】

センサヘッドに照射した照明光による局在プラズモンの共鳴吸収スペクトルの変化に基づくセンサ材料と被検査物との接触による反応を、誘電率の変化として検出する際に用いる化学センサヘッドとして構成されているセンサヘッドであって、前記センサヘッドが、基板と、該基板上に一定方向に規則的に配列された金属細線とを備え、該金属細線の表面が前記センサ材料で修飾されていることを特徴するセンサヘッド。

【請求項3】

前記センサ材料が、化学センサ材料で構成されていることを特徴とする請求項2に記載のセンサヘッド。

【請求項4】

前記化学センサ材料が、バイオセンサ材料で構成されていることを特徴とする請求項2に記載のセンサヘッド。

【請求項5】

前記金属細線は、該金属細線の前記基板上の配列方向と直交する該基板と平行な方向の長さが、前記照射光の波長よりも大きいことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のセンサヘッド。

【請求項6】

前記金属細線は、断面サイズが前記照射光の波長よりも小さいことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のセンサヘッド。

【請求項7】

前記断面サイズが規則的に変化するように配列されていることを特徴とする請求項6に記載のセンサヘッド。

【請求項8】

前記金属細線は、隣接する金属細線との距離が規則的に変化するように配列されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のセンサヘッド。

【請求項9】

前記金属細線は、前記断面サイズおよび隣接する金属細線との距離が規則的に変化するように配列されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のセンサヘッド。

【請求項10】

前記金属細線が、金ないし金を含む合金であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のセンサヘッド。

【請求項11】

請求項1～10のいずれか1項に記載のセンサヘッドを製造するセンサヘッドの製造方法であって、

基板上に金属薄膜を形成する工程と、

前記基板に形成された金属薄膜上に、レジスト材料をパターンニングする工程と、

前記工程で得られたレジストパターンをエッチングマスクとして、前記基板に形成された金属薄膜をエッチングする工程と、

を有することを特徴とするセンサヘッドの製造方法。

【請求項12】

請求項2～10のいずれか1項に記載のセンサヘッドを製造するセンサヘッドの製造方法において、請求項11に記載のセンサヘッドの製造方法での金属薄膜をエッチングする工程の後に、

エッチングされた金属薄膜を表面処理して、該金属薄膜表面にセンサ材料を結合させる工程を有することを特徴とするセンサヘッドの製造方法。

【請求項13】

前記レジスト材料をパターニングする工程が、コンタクトリソグラフィー、近接場露光、ナノインプリント法のいずれかひとつ以上を用いて、レジストパターンを形成する工程を含んでいることを特徴とする請求項11または請求項12に記載のセンサヘッドの製造方法。

【請求項14】

請求項1～10のいずれか1項に記載のセンサヘッドと、該センサヘッドに光を照射する光源と、該センサヘッドを透過しまたは反射した光の空間分布を検出する光検出手段と、を有することを特徴するセンサ装置。

【請求項15】

前記光源と前記センサヘッドとの間に、バンドパスフィルタを有することを特徴とする請求項14に記載のセンサ装置。

【請求項16】

前記光源が、レーザであることを特徴とする請求項14または請求項15に記載のセンサ装置。

【請求項17】

前記光源が、半導体レーザであることを特徴とする請求項14または請求項15に記載のセンサ装置。

【請求項18】

前記光源から照射される光の磁界方向が前記センサヘッドの金属細線の長手方向となるように偏光を制御する偏光素子を有することを特徴とする請求項14～17のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項19】

前記光源から照射される光の波長の領域で前記センサヘッドの基板が透明であり、前記光検出手段が前記光源から前記金属細線アレイに照射されて透過した光を検出する構成を有することを特徴とする請求項14～18のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項20】

前記センサヘッドの金属細線の配列が、特定の配列からなる金属細線アレイを繰り返し単位とする周期的配列構造を有し、これらが複数前記センサヘッドの基板上に設けられており、

前記光検出手段が、該周期的配列構造の複数の組から、それぞれ透過または反射された光の空間分布を独立に検出する光検出手段として構成されていることを特徴とする請求項14～19のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項21】

前記センサヘッドが、半導体プロセスを用いて作製されるマイクロ化学分析システムに一体化されていることを特徴とする請求項14～20のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項22】

前記センサヘッドが、半導体プロセスを用いて作製されるDNAチップに一体化されていることを特徴とする請求項14～20のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項23】

前記センサヘッドが、半導体プロセスを用いて作製されるプロテインチップに一体化されていることを特徴とする請求項14～20のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、センサヘッド、及びセンサヘッドの製造方法、センサ装置に関し、特に、誘電率センサ、ならびに医療や健康診断、食品の検査に用いられるバイオセンサを含む化学センサ等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年医療における診断や食物の検査等における需要がますます増大し、小型で高速センシング、低コストなバイオセンサの開発が求められている。このため、電極やFETを用いた電気化学的な手法を利用したバイオセンサが半導体加工技術を応用して、作製されてきた。

また、さらなる集積化、低コスト、測定環境を選ばないセンサが求められ、表面プラズモン共鳴をトランスジューサとして用いたセンサが有望視されている。

例えば、全反射型プリズム表面に設けた金属薄膜に発生させた表面プラズモン共鳴を用いて、金属表面近傍の誘電率の微小な変化を検知するものである。さらに表面近傍での微小な誘電率を検出することで、抗原抗体反応における抗原の吸着、DNAなど選択的結合を生じる材料と組み合わせて、特定の物質の吸着の有無を検出する化学センサとするものである。

【0003】

さらに、最近においては、高感度なセンシングを目的として、特許文献1に示されているような、金属微粒子を用いた局在プラズモン共鳴センサが提案されている。これは、金属微粒子を固定した基板に光を照射し、金属微粒子を透過した光の吸光度を分光器によって測定することにより、金属微粒子近傍の媒質の変化を検出するものである。

【0004】

【特許文献1】特開2000-356587号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1のものにおいては、金属微粒子を透過した光の吸光度を測定するために、分光器を必要とするものであり、これによると部品点数等が多くなる。

そこで、本発明は 誘電率の変化に対して感度が高く、波長スペクトルを取得するための分光器あるいは回折格子などの部品を必要とせず、部品点数の少ないセンサヘッド、及びセンサヘッドの製造方法、センサ装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、以下のように構成したセンサヘッド、及びセンサヘッドの製造方法、センサ装置を提供するものである。

すなわち、本発明は、照射した照明光による局在プラズモンの共鳴吸収スペクトルの変化から誘電率の変化を検出する際に用いる、誘電率センサヘッドとして構成されているセンサヘッドを、基板と、該基板上に一定方向に規則的に配列された金属細線とで構成したことを特徴とするものである。

また、本発明は、センサヘッドに照射した照明光による局在プラズモンの共鳴吸収スペクトルの変化に基づくセンサ材料と被検査物との接触による反応を、誘電率の変化として検出する際に用いる化学センサヘッドとして構成されているセンサヘッドを、基板と、該基板上に一定方向に規則的に配列された金属細線とを備えたものにおいて、該金属細線の表面が前記センサ材料で修飾して構成したことを特徴とするものである。その際、前記センサ材料を、化学センサ材料、またはバイオセンサ材料等で構成することができる。

また、本発明のセンサヘッドにおける前記金属細線は、該金属細線の前記基板上の配列方向と直交する該基板と平行な方向の長さが、前記照射光の波長よりも大きいサイズとすることができる。

また、本発明のセンサヘッドにおける前記金属細線は、断面サイズが前記照射光の波長よりも小さいサイズとすることができる。

また、本発明においては、前記断面サイズが規則的に変化するように配列することができ、または、隣接する金属細線との距離が規則的に変化するように配列することができ、あるいは前記断面サイズおよび隣接する金属細線との距離が規則的に変化するように配列することができる。

また、本発明においては、前記金属細線が、金ないし金を含む合金で構成することができる。

また、本発明の上記したのいずれかのセンサヘッドを製造するセンサヘッドの製造方法においては、基板上に金属薄膜を形成する工程と、前記基板に形成された金属薄膜上に、レジスト材料をパターニングする工程と、前記工程で得られたレジストパターンをエッチングマスクとして、前記基板に形成された金属薄膜をエッチングする工程によって、上記センサヘッドを製造することができる。また、化学センサヘッドを製造するに際しては、前記金属薄膜をエッチングする工程の後に、エッチングされた金属薄膜を表面処理して、該金属薄膜表面にセンサ材料を結合させることによって、化学センサヘッドを製造することができる。また、これらのセンサヘッドの製造方法における前記レジスト材料をパターニングする工程において、コンタクトリソグラフィー、近接場露光、ナノインプリント法のいずれかひとつ以上を用いることができる。

また、本発明のセンサ装置においては、上記したいずれかのセンサヘッドを用い、該センサヘッドに光を照射する光源と、該センサヘッドを透過または反射した光の空間分布を検出する光検出手段等により、センサ装置を構成することができる。その際、前記光源と前記センサヘッドとの間に、バンドパスフィルタを設けることができ、またその光源として、レーザあるいは半導体レーザで構成することができる。また、これらの光源から照射される光の磁界方向が前記センサヘッドの金属細線の長手方向となるように偏光を制御する偏光素子を構成することができる。

また、本発明のセンサ装置においては、前記光源から照射される光の波長の領域で前記センサヘッドの基板が透明であり、前記光検出手段が前記光源から前記金属細線アレイに照射されて透過した光を検出するように構成することができる。

また、本発明のセンサ装置においては、前記センサヘッドの金属細線の配列が、特定の配列からなる金属細線アレイを繰り返し単位とする周期的配列構造を有し、これらが複数前記センサヘッドの基板上に設けられており、

前記光検出手段が、該周期的配列構造の複数の組から、それぞれ透過または反射された光の空間分布を独立に検出する光検出手段として構成することができる。

また、本発明のセンサ装置においては、前記センサヘッドが、半導体プロセスを用いて作製されるマイクロ化学分析システム、またはDNAチップ、あるいはプロテインチップ、等に一体化して構成することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、以下の実施例によって説明する。

【0008】

【実施例】

【実施例1】

図1に、本発明の実施例1における化学センサ装置の構成を示す。

図1において、101は透明な基板、102は基板上に形成した金属細線アレイ、103は光源であるタングステンランプ、104は光源からの光をコリメートするコリメートレンズである。

このコリメートレンズ104により光源からの光を平行光にして金属細線を配列した基板101を照射する。105はこの照射光の偏光を制御するための偏光子である。また、107は狭帯域のバンドパスフィルタであり、光源からの光のうち、特定の波長のものだけを透過する。

入射光の電界ベクトルが、細線の長手方向と直交するときに、細線の局在プラズモンポラリトンとの結合効率が高くなる。106は、エリアセンサであり、基板101からの反射光を受けて、反射光の空間プロファイル像を取得することができる。

【0009】

ここで金属細線102は、該金属細線の前記基板上の配列方向と直交する該基板と平行な方向の長さが照射光波長よりも長く、また断面サイズは照射光波長よりも小さくなっている。

る。

また、細線どうしの間隔は、ひとつの細線表面に励起された局在プラズモンポラリトンの電場の到達距離（ $\sim 100\text{ nm}$ ）よりも大きくなっており、この実施例ではこの間隔は一定となっている。

このような金属細線では、局在プラズモン共鳴によってある特定の波長において散乱や吸収が増大する。このような共鳴の生じる波長は、金属の材質、細線同士の間隔及び／または断面サイズ等の金属細線のサイズおよび周囲の媒質の誘電率に依存する。最後の周囲媒質の誘電率に関しては、特にプラズモンの広がり範囲（ $\sim 100\text{ nm}$ ）内の誘電率の変化が共鳴ピークのシフトとして検知される。

【0010】

また、上記したようなサイズの異なる細線においては、以下のようなサイズ効果が生じる。特定の波長の光を照射して、いずれか特定の細線（細線1）が局在プラズモンにおける共鳴ピークにあるときに、これよりわずかにサイズの大きい細線（細線2）では、共鳴ピークからわずかにずれた光照射となり、細線1と比べて共鳴吸収は弱くなっている。

同じ波長の光の照射下で、媒質の誘電率が大きくなると、第1の細線は共鳴ピークから外れていくので共鳴吸収が弱まり、一方第2の細線は共鳴ピークに近づいて共鳴吸収が強くなっていく。このふるまいを、吸収の空間分布の変化、すなわち反射光の空間分布の変化として捉えることができる。

【0011】

金属細線アレイ102は、細線のサイズを空間的に少しずつ異ならせてあるので、照明光に対する吸収の変化は、反射光の空間的分布の変化として、エリアセンサ106で検出することができる。また、エリアセンサで取得した空間像に対して、モデル関数のフィッティング、補間等の信号処理をおこなって、空間分布の微弱な変化を検出するとともに、信号のS/Nを改善することができる。

ここで示した実施例のうちで、バンドパスフィルタ107による光源の狭スペクトル化は必ずしも必須ではない。誘電率変化による吸収スペクトルの変化は、単に吸収ピークのシフトだけではなく、吸収強度の変動を伴う。そこで、ブロードな照射光に対する反射の空間分布を検出する方法であっても、適切な信号処理を行えば、誘電率の変化に対応する吸収の変動の空間分布を取得できる。

【0012】

このような誘電率センサは、この金属細線表面を、特異的結合特性を有する材料で修飾しておくことで、化学センサとして機能する。すなわち、表面が修飾されたセンサヘッドを被検査液、被検査気体等の被検査物に接触させ、センサ材料と被検査物とを反応させる。特異的結合の生じた量を、誘電率センサの検知する誘電率の変化として定量的に取得するものである。

このような反応を起こすセンサ材料の具体例として、以下の(1)～(4)に示すようなものが挙げられる。

(1) 被検査物中に含まれる抗原物質に対し、特異的に結合を生じる抗体物質によって金属細線を修飾してセンサ材料とする。

(2) 被検査物中に含まれる測定対象類似物質と酵素との複合体をセンサ材料とし、測定対象物質である抗原が複合体に接触することにより、複合体が解離し、酵素と測定対象物質との抗原抗体複合体が形成される。

(3) DNA

(4) イオン選択性電極

センサヘッドにおける金属細線（図1の102）の材料としては、金属一般から選択されるが、特に、金や銀、銅は発生する表面プラズモンの強度が大きく、本発明に好適である。なかでも、金は化学的に安定であるとともに、種々の公知手段によって化学修飾ができることもあり、化学センサを構成するには最適である。

センサ材料としては、センサ材料と被検査物とが反応して、膜厚変化、屈折率変化、吸収スペクトル変化、蛍光スペクトル変化を起こすのであれば良く、酵素センサ、微生物セ

ンサ、組織センサ、免疫センサ、酵素免疫センサ、バイオアフィニティセンサ等のバイオセンサを含む化学センサで用いられる材料を用いることができる。

【0013】

〔実施例2〕

図2を用いて、本発明の実施例2におけるセンサヘッドの作製方法を説明する。図2において、まず、石英基板201を準備する(図2(a))。

つぎに、この石英基板201上にスパッタ法を用いて、膜厚50nmの金属薄膜202を成膜する(図2(b))。

つぎに、この金属薄膜202上に電子線レジスト203をスピンコートで成膜し、電子ビーム描画装置で露光した。現像後、パタン間の距離100nm、パタンの横幅が20nmから500nmのレジストパターンを得る(図2(d))。つぎに、このレジストパターンをエッチングマスクとして、金属薄膜202をエッチングし(図2(e))、レジストを除去して、金属細線アレイを形成する(図5(f))。

金属細線アレイに表面処理を行ったのち、センサ材料204を結合させる(図5(g))。

【0014】

なお、ここでは電子線描画装置による微小開口パターンの作製方法を説明したが、この他、集束イオンビーム加工装置、走査型トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡、近接場光学顕微鏡の原理を応用した各種走査プローブ加工装置、X線露光装置、EUV露光装置、電子ビームステッパを用いて作製しても良い。

また、特開平11-14505号公報に記載の近接場光を用いた露光装置や、公知のナノインプリント法を用いて作製すれば、簡便で低コストのセンサヘッドが実現できる。

【0015】

〔実施例3〕

図3に、本発明の実施例3におけるセンサ体の透過光から吸収の空間分布を得る誘電率センサ装置の構成を示す。

本実施例の誘電率センサ装置においては、まず半導体レーザ301からの単色光をレンズ302を介して、センサヘッド303に入射させる。このセンサヘッド303を透過した透過光をエリアセンサ304で検出し、透過光強度の空間分布情報を得る。微細に作製したセンサヘッドのサイズとエリアセンサのサイズが異なっている場合には、このように拡大縮小を行う光学系を用いることで、エリアセンサの空間分解能を活用したセンサ装置を構成できる。

【0016】

〔実施例4〕

図4に、本発明の実施例4における誘電率センサヘッドの構成を示す。

図4において、401は金属基板、402は金属基板上に形成した誘電体薄膜、403は誘電体薄膜上に形成した金属細線アレイである。ここでアレイ状の金属細線403は、該金属細線の前記基板上の配列方向と直交する該基板と平行な方向の長さが、照射光波長よりも長く、細線の断面サイズは照射光波長よりも小さくなっている。また、実施例1と異なり、細線の断面サイズは、全て同じになっている。一方、細線どうしの間隔が5nmから200nmまで少しずつ異なっている。

【0017】

石英基板上にスパッタ法を用いて、膜厚500nmの金属薄膜401を成膜する。その上に50nm厚のSiO₂402、50nm厚の金属薄膜を成膜した。

電子線レジストをスピンコートで成膜し、近接場露光装置で露光した。現像後、パタン間の距離100nm、パタンの横幅が20nmから500nmのレジストパターンを得た。レジストパターンをエッチングマスクとして、金属薄膜をエッチングした。レジストを除去して、金属細線アレイ403を形成した。金属細線アレイ403に表面処理を行ったのち、センサ材料を結合させる。

【0018】

金属細線の局在プラズモン共鳴は、細線間の距離が100nm以下のときに細線間の距離に依存した共鳴スペクトルを有する。また、この共鳴スペクトルは周辺媒質の誘電率にも依存するので、403のような構成の金属細線アレイによって、実施例1と同様の検出原理によって、誘電率の変化を検出することが可能であり、これを用いた化学センサを構成できる。

【0019】

〔実施例5〕

図5に、本発明の実施例5における誘電率センサの構成を示す。

図5において、501は透明な基板、502は基板上に形成した金属細線アレイである。ここでアレイ状の金属細線502は、該金属細線の前記基板上の配列方向と直交する該基板と平行な方向の長さが、照射光波長よりも長く、細線の断面サイズは照射光波長よりも小さくなっている。また、実施例1、実施例4と異なり、細線の断面サイズおよび細線どうしの間隔がそれぞれ少しずつ異なっている。金属細線の局在プラズモン共鳴は、細線の形状および細線間の距離に依存した共鳴スペクトルを有する。

【0020】

また、この共鳴スペクトルは周辺媒質の誘電率にも依存するので、502のような構成の金属細線アレイによって、実施例1、実施例3と同様の検出原理によって、誘電率の変化を検出することが可能であり、これを用いた化学センサを構成できる。

細線の形状と距離の両方を設計パラメータとして適用できるので、初期の光強度分布が比較的フラットになるようなアレイ形状を選定することができる。このことで、空間分布検出におけるダイナミックレンジを大きくとることができる。

【0021】

〔実施例6〕

図6に、本発明の実施例6におけるセンサヘッドをマイクロ化学分析システム(μ -TAS: Micro Total Analysis SystemやLab-on-a-chipとも呼ばれる)に一体形成した構成例を示す。

図6に示すマイクロ化学分析システム901において、試料液注入部902から注入された被検査液が流路904を通過して、反応液注入部903から注入された反応液と反応したのち、検出部905に到達する。

検出部905には、図に拡大して示したように本発明の原理に基づく検出のための金属細線アレイ906が設けられている。被検査液は金属細線アレイ表面でセンサ材料と反応する。この検出部905に対して励起光907を照射する。

906から透過する光908をレンズ909を介してエリアセンサ911上に結像させ、これを検出する。

【0022】

〔実施例7〕

図7に、本発明の実施例7におけるセンサヘッドをDNAチップやプロテインチップに一体形成した構成例を示す。

図7に示すDNAチップ/プロテインチップ1001の各検出セル1002にはそれぞれ、金属細線アレイ1003が設けられており、この表面にセンサ材料が固定されている。ここに励起光1004を照射し、各検出セルから透過する光をレンズ1006を介してCCDセンサ1007面に結像させ、各セルごとの空間分布を並列に得ることができる。これらから明らかなように、本発明のセンサヘッドを各種センサに組み合わせて用いることができ、これにより、信号強度が増し、より高精度な検出が可能となる。

【0023】

〔発明の効果〕

本発明によれば、誘電率の変化に対して感度が高く、波長スペクトルを取得するための分光器あるいは回折格子などの部品を必要とせず、部品点数の少ないセンサヘッド、及びセンサヘッドの製造方法、センサ装置を提供することができる。また、これにより高感度な化学センサや吸収スペクトルや蛍光スペクトル強度が大きい化学センサを実現することが

できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1におけるセンサ装置の構成を示す図。

【図2】本発明の実施例2におけるセンサヘッドの作製方法の説明図。

【図3】本発明の実施例3における誘電率センサ装置の構成を示す図。

【図4】本発明の実施例4における誘電率センサヘッドの構成を示す図。

【図5】本発明の実施例5における誘電率センサヘッドの構成を示す図。

【図6】本発明の実施例6におけるセンサヘッドをマイクロ化学分析システム（ μ -TAS: Micro Total Analysis SystemやLab-on-a-chipとも呼ばれる）に一体形成した構成例を示す図。

【図7】本発明の実施例7におけるセンサヘッドをDNAチップやプロテインチップに一体形成した構成例を示す図。

【符号の説明】

101、201、401、501: 基板

102、403、502: 金属細線

103: 光源

301: 半導体レーザ

104、302: レンズ

105: 偏光子

106、304: エリアセンサ

107: バンドパスフィルタ

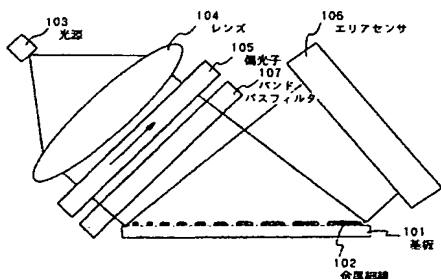
202: 金属薄膜

203: 電子線レジスト

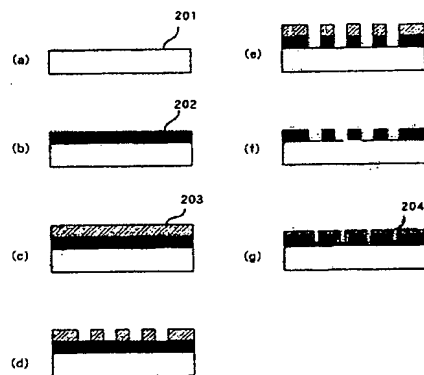
303: センサヘッド

402: 誘電体薄膜

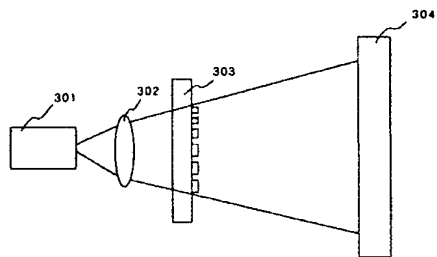
【図1】



【図2】



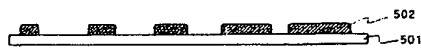
【図3】



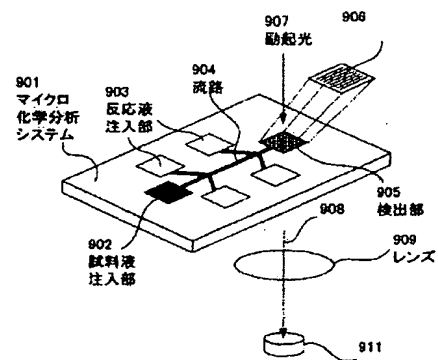
【図4】



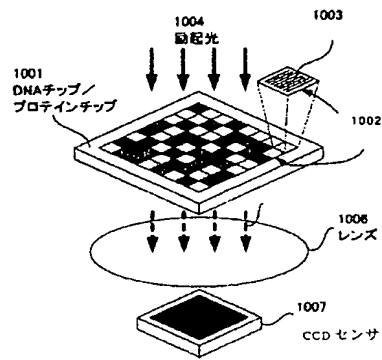
【図5】



【図6】



【図7】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-354130

(43)Date of publication of application : 16.12.2004

(51)Int.Cl.

G01N 21/27
G01N 21/41

(21)Application number : 2003-150289

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 28.05.2003

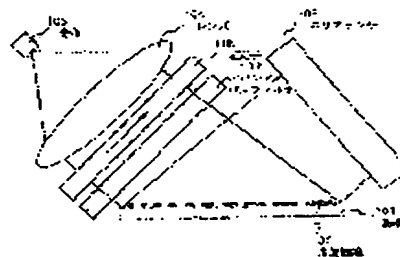
(72)Inventor : MIZUTANI NATSUHIKO
KURODA AKIRA

(54) SENSOR HEAD, SENSOR HEAD MANUFACTURING METHOD, AND SENSOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sensor head, having high sensitivity to a change in permittivity, dispensing with a spectroscope or components such as a diffraction grating for acquiring wavelength spectrum, and having a reduced number of components, and to provide a sensor head manufacturing method and a sensor device.

SOLUTION: This sensor head is structured as a permittivity sensor head used in detecting a change in permittivity from a change in a resonance absorption spectrum of localized plasmons caused by irradiated illumination light. The sensor head comprises a substrate 101 and metallic thin wires 102 regularly arranged in a fixed direction on the substrate.



CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the sensor head which is used in case change of a dielectric constant is detected from change of the resonance absorption spectrum of the localization plasmon by the irradiated illumination light and which is constituted as a dielectric constant sensor head,

The sensor head which carries out the description of said sensor head consisting of metal thin lines regularly arranged in the fixed direction on a substrate and this substrate.

[Claim 2]

It is the sensor head constituted as a chemical sensor head used in case the reaction by contact in the sensor material based on change of the resonance absorption spectrum of localization plasmon and inspected object by the illumination light which irradiated the sensor head is detected as change of a dielectric constant,

The sensor head which carries out the description of said sensor head being equipped with a substrate and the metal thin line regularly arranged in the fixed direction on this substrate, and the front face of this metal thin line being embellished with said sensor material.

[Claim 3]

The sensor head according to claim 2 to which said sensor material is characterized by consisting of chemical sensor ingredients.

[Claim 4]

The sensor head according to claim 2 to which said chemical sensor ingredient is characterized by consisting of biosensor ingredients.

[Claim 5]

Said metal thin line is a sensor head given in any 1 term of claims 1-4 to which lay length parallel to this substrate that intersects perpendicularly with the array direction on said substrate of this metal thin line is characterized by being larger than the wavelength of said exposure light.

[Claim 6]

Said metal thin line is a sensor head given in any 1 term of claims 1-5 characterized by cross-section size being smaller than the wavelength of said exposure light.

[Claim 7]

The sensor head according to claim 6 characterized by being arranged so that said cross-section size may change regularly.

[Claim 8]

Said metal thin line is a sensor head given in any 1 term of claims 1-6 characterized by being arranged so that distance with an adjoining metal thin line may change regularly.

[Claim 9]

Said metal thin line is a sensor head given in any 1 term of claims 1-6 characterized by being arranged so that distance with said cross-section size and an adjoining metal thin line may change regularly.

[Claim 10]

A sensor head given in any 1 term of claims 1-9 characterized by said metal thin line being an alloy containing gold thru/or gold.

[Claim 11]

It is the manufacture approach of a sensor head of manufacturing the sensor head of a publication in any 1 term of claims 1-10,

The process which forms a metal thin film on a substrate,

The process which carries out patterning of the resist ingredient on the metal thin film formed in said substrate,

The process which etches the metal thin film formed in said substrate by using as an etching mask the resist pattern obtained at said process,

The manufacture approach of the sensor head characterized by ****(ing).

[Claim 12]

After the process which etches the metal thin film in the manufacture approach of a sensor head

according to claim 11 in the manufacture approach of a sensor head of manufacturing the sensor head of a publication in any 1 term of claims 2-10.

The manufacture approach of the sensor head which carries out surface treatment of the etched metal thin film, and is characterized by having the process which combines a sensor material with this metal thin film front face.

[Claim 13]

The manufacture approach of the sensor head according to claim 11 or 12 characterized by the process which carries out patterning of said resist ingredient including the process which forms a resist pattern or more using any one of contact lithography, approaching space exposure, and the nano imprint methods.

[Claim 14]

Sensor equipment which carries out the description of having the light source which irradiates light, and a photodetection means to detect the spatial distribution of light which penetrated this sensor head or was reflected to a sensor head and this sensor head given in any 1 term of claims 1-10.

[Claim 15]

Sensor equipment according to claim 14 characterized by having a band pass filter between said light sources and said sensor heads.

[Claim 16]

Sensor equipment according to claim 14 or 15 with which said light source is characterized by being laser.

[Claim 17]

Sensor equipment according to claim 14 or 15 with which said light source is characterized by being semiconductor laser.

[Claim 18]

Sensor equipment given in any 1 term of claims 14-17 characterized by having the polarizing element which controls polarization so that the direction of a field of the light irradiated from said light source turns into a longitudinal direction of the metal thin line of said sensor head.

[Claim 19]

Sensor equipment given in any 1 term of claims 14-18 characterized by having the configuration which detects the light which the substrate of said sensor head is transparent in the field of the wavelength of the light irradiated from said light source, and said photodetection means was irradiated by said metal thin line array from said light source, and was penetrated.

[Claim 20]

It has the periodic array structure which the array of the metal thin line of said sensor head repeats the metal thin line array which consists of a specific array, and makes a unit, and these are prepared on the substrate of the two or more aforementioned sensor head,

Sensor equipment given in any 1 term of claims 14-19 characterized by said photodetection means consisting of two or more groups of this periodic array structure as a photodetection means to detect independently the spatial distribution of light penetrated or reflected, respectively.

[Claim 21]

Sensor equipment given in any 1 term of claims 14-20 characterized by uniting said sensor head with the micro chemical-analysis system produced using a semi-conductor process.

[Claim 22]

Sensor equipment given in any 1 term of claims 14-20 characterized by uniting said sensor head with the DNA chip produced using a semi-conductor process.

[Claim 23]

Sensor equipment given in any 1 term of claims 14-20 characterized by uniting said sensor head with the protein chip produced using a semi-conductor process.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

Especially this invention relates to the chemical sensor containing the biosensor used for a dielectric constant sensor and medicine, a medical checkup, and inspection of food etc. about the manufacture approach of a sensor head and a sensor head, and sensor equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The need in the diagnosis in medicine, inspection of food, etc. grows increasingly in recent years, it is small and development of high-speed sensing and a low cost biosensor is called for. For this reason, the biosensor using the electrochemical technique using an electrode or FET applied the semi-conductor processing technique, and has been produced.

Moreover, the sensor from which the further integration, low cost, and a measurement environment are not chosen is called for, and promising ** of the sensor using surface plasmon resonance as a transducer is carried out.

For example, a minute change of the dielectric constant near the surface of metal is detected using the surface plasmon resonance which generated the metal thin film prepared in the total reflection mold prism front face. It considers as the chemical sensor which detects the existence of adsorption of the specific matter by furthermore detecting the minute dielectric constant near the front face combining the ingredient which produces alternative association, such as adsorption of the antigen in an antigen-antibody reaction, and DNA.

[0003]

Furthermore, in recently, the localization plasmon resonance sensor using a metal particle as shown in the patent reference 1 for the purpose of high sensitivity sensing is proposed. This irradiates light at the substrate which fixed the metal particle, and detects change of the medium near the metal particle by measuring with a spectroscope the absorbance of the light which penetrated the metal particle.

[0004]

[Patent reference 1] JP,2000-356587,A

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, in the thing of the patent reference 1, in order to measure the absorbance of the light which penetrated the metal particle, a spectroscope is needed, and according to this, components mark etc. increase.

Then, this invention To change of a dielectric constant, sensibility is high, components, such as a spectroscope for acquiring a wavelength spectrum or a diffraction grating, are not needed, but the manufacture approach of a sensor head with few components mark and a sensor head and sensor equipment are offered.

[0006]

[Means for Solving the Problem]

This invention offers the manufacture approach of the sensor head constituted as follows and a sensor head, and sensor equipment.

That is, this invention is characterized by constituting the sensor head which is used in case change of a dielectric constant is detected from change of the resonance absorption spectrum of the localization plasmon by the irradiated illumination light and which is constituted as a dielectric constant sensor head from a substrate and a metal thin line regularly arranged in the fixed direction on this substrate.

Moreover, the reaction by contact in the sensor material based on change of the resonance absorption spectrum of localization plasmon and inspected object by the illumination light to which this invention irradiated the sensor head In the thing equipped with the metal thin line regularly arranged in the fixed direction on the substrate and this substrate in the sensor head constituted as a chemical sensor head to be used in case it detects as change of a dielectric

constant It is characterized by the front face of this metal thin line embellishing and consisting of said sensor materials. Said sensor material can consist of a chemical sensor ingredient or a biosensor ingredient in that case.

Moreover, lay length parallel to this substrate that intersects perpendicularly with the array direction on said substrate of this metal thin line can make said metal thin line in the sensor head of this invention larger size than the wavelength of said exposure light.

Moreover, cross-section size can make said metal thin line in the sensor head of this invention size smaller than the wavelength of said exposure light.

Moreover, in this invention, it can arrange so that distance with the metal thin line which can arrange so that said cross-section size may change regularly, or adjoins may change regularly, or it can arrange so that distance with said cross-section size and an adjoining metal thin line may change regularly.

Moreover, in this invention, said metal thin line can consist of alloys containing gold thru/or gold.

Moreover, in the manufacture approach of a sensor head of manufacturing one [that this invention described above] of sensor heads, the above-mentioned sensor head can manufacture according to the process which forms a metal thin film on a substrate, the process which carry out patterning of the resist ingredient on the metal thin film formed in said substrate, and the process which etch the metal thin film formed at said substrate by using as an etching mask the resist pattern obtained at said process. Moreover, a chemical sensor head can be manufactured by facing manufacturing a chemical sensor head, carrying out surface treatment of the etched metal thin film, and making this metal thin film front face combine a sensor material after the process which etches said metal thin film. Moreover, in the process which carries out patterning of said resist ingredient in the manufacture approach of these sensor heads, any one or more of contact lithography, approaching space exposure, and the nano imprint methods can be used. Moreover, in the sensor equipment of this invention, the light source which irradiates light at this sensor head, a photodetection means to detect the spatial distribution of light which penetrated this sensor head or was reflected, etc. can constitute sensor equipment using one of the above-mentioned sensor heads. In that case, a band pass filter can be prepared between said light sources and said sensor heads, and it can constitute from laser or semiconductor laser as the light source. Moreover, the polarizing element which controls polarization so that the direction of a field of the light irradiated from these light sources turns into a longitudinal direction of the metal thin line of said sensor head can be constituted.

Moreover, in the sensor equipment of this invention, the substrate of said sensor head is transparent in the field of the wavelength of the light irradiated from said light source, and it can constitute so that the light which said photodetection means was irradiated by said metal thin line array, and penetrated from said light source may be detected.

Moreover, in the sensor equipment of this invention, it has the periodic array structure which repeats the metal thin line array which the array of the metal thin line of said sensor head becomes from a specific array, and is made into a unit, and these are prepared on the substrate of the two or more aforementioned sensor head,

Said photodetection means can consist of two or more groups of this periodic array structure as a photodetection means to detect independently the spatial distribution of light penetrated or reflected, respectively.

Moreover, in the sensor equipment of this invention, said sensor head can unite with the micro chemical-analysis system produced using a semi-conductor process, a DNA chip, or a protein chip, and can constitute.

[0007]

[Embodiment of the Invention]

The following examples explain the gestalt of operation of this invention.

[0008]

[Example]

[Example 1]

The configuration of the chemical sensor equipment in the example 1 of this invention is shown

in drawing 1 .

In drawing 1 , a substrate with transparent 101, the metal thin line array in which 102 was formed on the substrate, the tungsten lamp whose 103 is the light source, and 104 are collimate lenses which collimate the light from the light source.

The substrate 101 which made light from the light source parallel light with this collimate lens 104, and arranged the metal thin line is irradiated. 105 is a polarizer for controlling polarization of this exposure light. Moreover, 107 is the band pass filter of a narrow-band, and penetrates only the thing of specific wavelength among the light from the light source.

When the longitudinal direction of a thin line and the electric field vector of incident light cross at right angles, joint effectiveness with localization plasmon PORARITON of a thin line becomes high. 106 is an area sensor and can acquire the space profile image of the reflected light in response to the reflected light from a substrate 101.

[0009]

As for the metal thin line 102, cross-section size has become [lay length parallel to this substrate that intersects perpendicularly with the array direction on said substrate of this metal thin line] longer than exposure light wave length here smaller than exposure light wave length. Moreover, spacing of thin lines is the range of the electric field of localization plasmon PORARITON excited by one thin line front face. ($\sim 100\text{nm}$) It is large and this spacing is fixed in this example.

In such a metal thin line, dispersion and absorption increase in a certain specific wavelength by localization plasmon resonance. It depends for the wavelength which such resonance produces on the size of metal thin lines, such as spacing of the metaled quality of the material and thin lines, and/or cross-section size, and the dielectric constant of a surrounding medium. Change of the dielectric constant in the range of the breadth of plasmon ($\sim 100\text{nm}$) is detected as a shift of a resonance peak, especially concerning the dielectric constant of the last perimeter medium.

[0010]

Moreover, the following size effects arise in the thin line with which sizes which were described above differ. When the light of specific wavelength is irradiated and the thin line (thin line 1) of either specification is in the resonance peak in localization plasmon, from this, with the thin line with slightly large size (thin line 2), it becomes the optical, exposure [peak / resonance] slightly shifted, and resonance absorption is weak compared with the thin line 1.

Under the exposure of the light of the same wavelength, if the dielectric constant of a medium becomes large, since the 1st thin line separates from the resonance peak, resonance absorption becomes weaker, on the other hand, the 2nd thin line approaches a resonance peak and resonance absorption becomes strong. This behavior can be regarded as change of the spatial distribution of absorption, i.e., change of the spatial distribution of the reflected light.

[0011]

Since the metal thin line array 102 has changed the size of a thin line little by little spatially, it can detect change of the absorption to the illumination light by the area sensor 106 as change of the spatial distribution of the reflected light. Moreover, S/N of a signal is improvable, while performing signal processing, such as fitting of a model function, and interpolation, and detecting a feeble change of spatial distribution to the space image acquired by the area sensor.

Among the examples shown here, the formation of a ** spectrum of the light source by the band pass filter 107 is not necessarily indispensable. Change of the absorption spectrum by dielectric constant change is accompanied not only by the shift of an absorption peak but by fluctuation of absorption intensity. Then, if suitable signal processing is performed even if it is the approach of detecting the spatial distribution of the reflection to a broadcloth exposure light, the spatial distribution of fluctuation of the absorption corresponding to change of a dielectric constant is acquirable.

[0012]

Such a dielectric constant sensor is embellishing this metal thin line front face with the ingredient which has a specific binding property, and functions as a chemical sensor. That is, the sensor head with which the front face was embellished is contacted in inspected objects, such as inspected liquid and an inspected gas, and a sensor material and an inspected object are

made to react. The amount which the specific binding produced is quantitatively acquired as change of the dielectric constant which a dielectric constant sensor detects.

A thing as shown in the following (1) – (4) as an example of the sensor material which causes such a reaction is mentioned.

(1) To the antigen matter contained in an inspected object, with the antibody matter which produces association specifically, embellish a metal thin line and consider as a sensor material.

(2) When the complex of the measuring object allied substances and the enzyme which are contained in an inspected object is made into a sensor material and the antigen which is the measuring object matter contacts complex, complex dissociates and the antigen antibody complex of an enzyme and the measuring object matter is formed.

(3) DNA

(4) Ion selective electrode

As an ingredient of the metal thin line (102 of drawing 1) in a sensor head, although chosen from a general metal, especially gold, silver, and copper have the large reinforcement of the surface plasmon to generate, and it is suitable for them to this invention. Especially, since gold can do chemical modification with various well-known means while it is chemically stable, it is the best for constituting a chemical sensor.

As a sensor material, a sensor material and an inspected object can react and the ingredient used with the chemical sensor containing biosensors, such as an enzyme sensor, a microbial sensor, an organization sensor, an immune sensor, an enzyme immunity sensor, and a biotechnology affinity sensor, can be used that what is necessary is just what causes thickness change, refractive-index change, absorption spectrum change, and fluorescence-spectrum change.

[0013]

[Example 2]

The production approach of the sensor head in the example 2 of this invention is explained using drawing 2 . In drawing 2 , the quartz substrate 201 is prepared first (drawing 2 (a)).

Next, a spatter is used on this quartz substrate 201, and the metal thin film 202 of 50nm of thickness is formed (drawing 2 (b)).

Next, the electron beam resist 203 was formed on the spin coat on this metal thin film 202, and it exposed with the electron beam exposure system. The distance of 100nm between the patterns after development and the breadth of a pattern obtain a 20 to 500nm resist pattern (drawing 2 (d)). Next, the metal thin film 202 is etched by using this resist pattern as an etching mask (drawing 2 (e)), a resist is removed, and a metal thin line array is formed (drawing 5 (f)).

After performing surface treatment to a metal thin line array, a sensor material 204 is combined (drawing 5 (g)).

[0014]

In addition, although here explained the production approach of the minute opening pattern by electron-beam-lithography equipment, you may produce using the various scanning probe processing equipments adapting the principle of focusing ion beam machining equipment, a scanning tunneling microscope and an atomic force microscope, and an approaching space optical microscope, an X-ray aligner, an EUV aligner, and an electron beam stepper.

Moreover, if it produces using the aligner using approaching space light and the well-known nano imprint method of a publication to JP,11-14505,A, it is simple and the sensor head of low cost can be realized.

[0015]

[Example 3]

The configuration of the dielectric constant sensor equipment which acquires the spatial distribution of absorption from the transmitted light of the sensor object in the example 3 of this invention to drawing 3 is shown.

In the dielectric constant sensor equipment of this example, incidence of the homogeneous light from semiconductor laser 301 is first carried out to the sensor head 303 through a lens 302. The transmitted light which penetrated this sensor head 303 is detected by the area sensor 304, and the spatial distribution information on transmitted light reinforcement is acquired. When the size

of a sensor head and the size of an area sensor which were produced minutely differ from each other, the sensor equipment which utilized the spatial resolving power of an area sensor can consist of using the optical system which performs enlarging or contracting in this way.

[0016]

[Example 4]

The configuration of the dielectric constant sensor head in the example 4 of this invention is shown in drawing 4.

In drawing 4, the dielectric thin film which formed 401 in the metal substrate and formed 402 on the metal substrate, and 403 are the metal thin line arrays formed on the dielectric thin film. The lay length parallel to this substrate that intersects perpendicularly with the array direction on said substrate of this metal thin line of the array-like metal thin line 403 is longer than exposure light wave length, and the cross-section size of a thin line is smaller than exposure light wave length here. Moreover, unlike the example 1, all the cross-section sizes of a thin line are the same. On the other hand, spacing of thin lines differs little by little from 5nm to 200nm.

[0017]

A spatter is used on a quartz substrate and the metal thin film 401 of 500nm of thickness is formed. SiO₂ 402 of 50nm thickness and the metal thin film of 50nm thickness were formed on it.

The electron beam resist was formed on the spin coat, and it exposed with the approaching space aligner. The distance of 100nm between the patterns after development and the breadth of a pattern obtained the 20 to 500nm resist pattern. The metal thin film was etched by using a resist pattern as an etching mask. The resist was removed and the metal thin line array 403 was formed. A sensor material is combined after performing surface treatment to the metal thin line array 403.

[0018]

The localization plasmon resonance of a metal thin line has a resonance spectrum depending on the distance between thin lines, when the distance between thin lines is 100nm or less.

Moreover, since it depends for this resonance spectrum also on the dielectric constant of a circumference medium, by metal thin line array of a configuration like 403, it is possible to detect change of a dielectric constant by the same detection principle as an example 1, and the chemical sensor using this can be constituted.

[0019]

[Example 5]

The configuration of the dielectric constant sensor in the example 5 of this invention is shown in drawing 5.

In drawing 5, a substrate with transparent 501 and 502 are the metal thin line arrays formed on the substrate. The lay length parallel to this substrate that intersects perpendicularly with the array direction on said substrate of this metal thin line of the array-like metal thin line 502 is longer than exposure light wave length, and the cross-section size of a thin line is smaller than exposure light wave length here. Moreover, unlike the example 1 and the example 4, the cross-section size of a thin line differs from spacing of thin lines little by little, respectively. The localization plasmon resonance of a metal thin line has a resonance spectrum depending on the configuration of a thin line, and the distance between thin lines.

[0020]

Moreover, since it depends for this resonance spectrum also on the dielectric constant of a circumference medium, by metal thin line array of a configuration like 502, it is possible to detect change of a dielectric constant by the same detection principle as an example 1 and an example 3, and the chemical sensor using this can be constituted.

Since both the configuration of a thin line and distance are applicable as a design parameter, an array configuration from which early optical intensity distribution become a flat comparatively can be selected. By this, the large dynamic range in spatial distribution detection can be taken.

[0021]

[Example 6]

The example of a configuration which really formed the sensor head in the example 6 of this

invention in the micro chemical-analysis system (called micro-TAS:Micro Total Analysis System and Lab-on-a-chip) at drawing 6 is shown.

In the micro chemical-analysis system 901 shown in drawing 6 , the inspected liquid poured in from the sample solution impregnation section 902 passes along passage 904, and after reacting with the reaction mixture poured in from the reaction mixture impregnation section 903, a detecting element 905 is reached.

As expanded and shown in drawing, the metal thin line array 906 for the detection based on the principle of this invention is formed in the detecting element 905. Inspected liquid reacts with a sensor material on a metal thin line array front face. The excitation light 907 is irradiated to this detecting element 905.

Image formation of the light 908 penetrated from 906 is carried out on an area sensor 911 through a lens 909, and this is detected.

[0022]

[Example 7]

The example of a configuration which really formed the sensor head in the example 7 of this invention in the DNA chip or the protein chip at drawing 7 is shown.

The metal thin line array 1003 is formed in each detector cell 1002 of the DNA chip / protein chip 1001 shown in drawing 7 , respectively, and the sensor material is being fixed to this front face. The excitation light 1004 can be irradiated here, image formation of the light penetrated from each detector cell can be carried out to the 1007th page of a CCD sensor through a lens 1006, and the spatial distribution for every cel can be acquired to juxtaposition.

It can use for various sensors combining the sensor head of this invention, and, thereby, increase and the highly precise detection of signal strength are attained so that clearly from these.

[0023]

[Effect of the Invention]

According to this invention, to change of a dielectric constant, sensibility is high, components, such as a spectroscope for acquiring a wavelength spectrum or a diffraction grating, are not needed, but the manufacture approach of a sensor head with few components mark and a sensor head and sensor equipment can be offered. Moreover, a chemistry sensor and an absorption spectrum high sensitivity by this, and a chemical sensor with large fluorescence-spectrum reinforcement are realizable.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the configuration of the sensor equipment in the example 1 of this invention.

[Drawing 2] The explanatory view of the production approach of the sensor head in the example 2 of this invention.

[Drawing 3] Drawing showing the configuration of the dielectric constant sensor equipment in the example 3 of this invention.

[Drawing 4] Drawing showing the configuration of the dielectric constant sensor head in the example 4 of this invention.

[Drawing 5] Drawing showing the configuration of the dielectric constant sensor head which can set this invention example 5.

[Drawing 6] Drawing showing the example of a configuration which really formed the sensor head in the example 6 of this invention in the micro chemical-analysis system (micro-TAS:Micro Total Analysis System and Lab-on-a-chip are called).

[Drawing 7] Drawing showing the example of a configuration which really formed the sensor head in the example 7 of this invention in the DNA chip or the protein chip.

[Description of Notations]

101, 201, 401, 501: Substrate

102, 403, 502: Metal thin line

103: Light source

301: Semiconductor laser

104 302: Lens

105: Polarizer

106 304: Area sensor

107: Band pass filter

202: Metal thin film

203: Electron beam resist

303: Sensor head

402: Dielectric thin film

できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例 1 におけるセンサ装置の構成を示す図。

【図 2】 本発明の実施例 2 におけるセンサヘッドの作製方法の説明図。

【図 3】 本発明の実施例 3 における誘電率センサ装置の構成を示す図。

【図 4】 本発明の実施例 4 における誘電率センサヘッドの構成を示す図。

【図 5】 本発明の実施例 5 における誘電率センサヘッドの構成を示す図。

【図 6】 本発明の実施例 6 におけるセンサヘッドをマイクロ化学分析システム（ μ -TAS: Micro Total Analysis System や Lab-on-a-chip と呼ばれる）に一体形成した構成例を示す図。

【図 7】 本発明の実施例 7 におけるセンサヘッドを DNA チップやプロテインチップに一体形成した構成例を示す図。

【符号の説明】

101、201、401、501：基板

102、403、502：金属細線

103：光源

301：半導体レーザー

104、302：レンズ

105：偏光子

106、304：エリアセンサ

107：バンドパスフィルタ

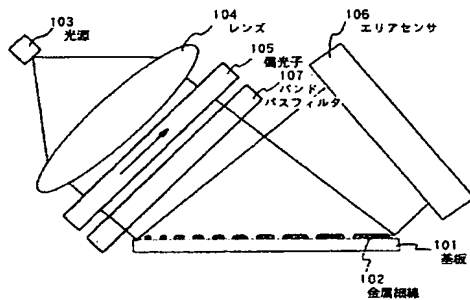
202：金属薄膜

203：電子線レジスト

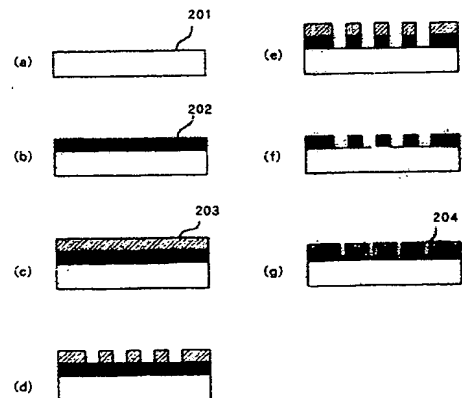
303：センサヘッド

402：誘電体薄膜

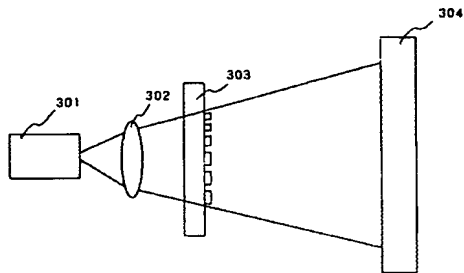
【図 1】



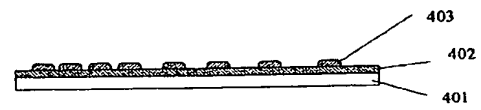
【図 2】



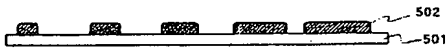
【図 3】



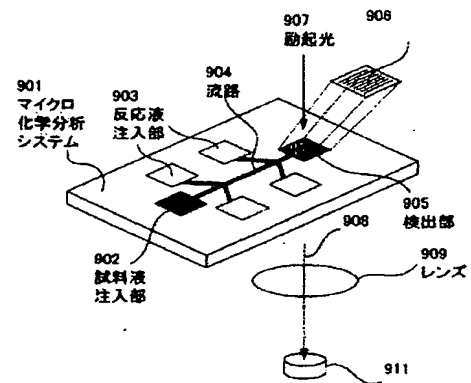
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

